

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-152896

(43)Date of publication of application : 10.06.1997

(51)Int.Cl.

G10L 9/14

G10L 9/18

H03M 7/30

(21)Application number : 07-312548

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1995

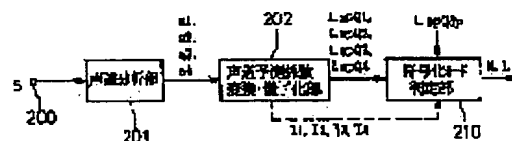
(72)Inventor : AOYANAGI HIROMI

(54) SOUND PATH PREDICTION COEFFICIENT ENCODING/DECODING CIRCUIT, SOUND PATH PREDICTION COEFFICIENT ENCODING CIRCUIT, SOUND PATH PREDICTION COEFFICIENT DECODING CIRCUIT, SOUND ENCODING DEVICE AND SOUND DECODING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To faithfully output reproduced sound with high quality without increasing an average encoding rate so much even when a sound path prediction coefficient widely fluctuates.

SOLUTION: A sound path prediction coefficient conversion/quantization part 202 converts the sound path prediction coefficients a1-a4 to LSP(line spectrum pair) coefficients, then quantizes them, simultaneously outputs LSP coefficient quantized values LspQ1-LspQ4 and indexes I1-I4 and supplies them to an encoding mode judgement part 210. The encoding mode judgement part 210 assumes three modes from the LSP coefficient quantized values LspQ1-LspQ 4, the LSP coefficient quantized value LspQ4p of the fourth sub frame of a previous frame and the indexes I1-I4 of the respective quantized values, judges in which mode the present frame is to be encoded and outputs mode code information and quantization code information L.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-152896

(43) 公開日 平成9年(1997)6月10日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|---------|--------|
| G 1 0 L | 9/14 | | G 1 0 L | 9/14 |
| | 9/18 | | | 9/18 |
| H 0 3 M | 7/30 | 9382-5K | H 0 3 M | 7/30 |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-312548

(22) 出願日 平成7年(1995)11月30日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 青柳 弘美

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

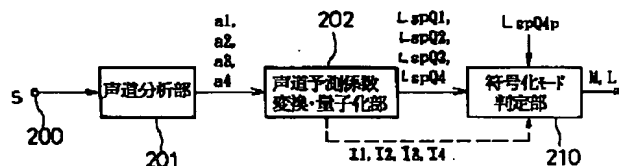
(74) 代理人 弁理士 工藤 宜幸

(54) 【発明の名称】 声道予測係数符号化・復号化回路、声道予測係数符号化回路、声道予測係数復号化回路、音声符号化装置及び音声復号化装置

(57) 【要約】

【課題】 声道予測係数が大きく変動しても、平均的な符号化レートを余り増加させることなく高い品質で忠実に再生音声を出力すること。

【解決手段】 声道予測係数変換・量子化部202は、声道予測係数 $a_1 \sim a_4$ をLSP係数に変換したのち量子化し、LSP係数量子化値 $LspQ_1 \sim LspQ_4$ と、インデックス $I_1 \sim I_4$ を同時に出力して符号化モード判定部210に与える。符号化モード判定部210は、LSP係数量子化値 $LspQ_1 \sim LspQ_4$ と、前フレームの第4サブフレームのLSP係数量子化値 $LspQ_{4p}$ と、各量子化値のインデックス $I_1 \sim I_4$ とから、三つのモードを仮定し、現フレームをどのモードで符号化するかを判定して、モード符号情報と量子化符号情報 L とを出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力フレーム音声信号から声道予測係数を求めて、これを符号化する声道予測係数符号化回路と、この声道予測係数符号化回路からの符号化信号から声道予測係数を再生する声道予測係数復号化回路とからなる声道予測係数符号化・復号化回路であって、上記声道予測係数符号化回路は、上記入力フレーム音声信号からいくつかのサブフレームに対する声道予測係数を求める声道予測係数生成手段と、上記サブフレーム単位の声道予測係数から各LSP係数を求め、これらのLSP係数をそれぞれ量子化した各LSP係数量子化値を出力するLSP係数量子化手段と、上記各LSP係数量子化値からフレーム内の声道予測係数の変動状態を分析し、この分析結果から、予め備えられている声道予測係数の量子化・補間のモードのいずれを表すか否かを判定する量子化・補間モード判定処理部の判定処理に従って、量子化・補間モード情報と、いずれのサブフレームの上記LSP係数量子化値を伝送するかを表すLSP係数量子化値情報とを生成出力する符号化モード判定手段とを備え、上記声道予測係数復号化回路は、予め上記量子化・補間モード判定処理部を備えていて、上記量子化・補間モード情報とLSP係数量子化値情報とからフレーム内の全サブフレームのLSP係数を再生するLSP係数再生手段と、上記全サブフレームのLSP係数から対応する全サブフレームの声道予測係数を再生する声道予測係数再生手段とを備えることを特徴とする声道予測係数符号化・復号化回路。

【請求項2】 入力フレーム音声信号からいくつかのサブフレームに対する声道予測係数を求める声道予測係数生成手段と、上記各サブフレーム単位の声道予測係数から各LSP係数を求め、これらのLSP係数をそれぞれ量子化した各LSP係数量子化値を出力するLSP係数量子化手段と、上記各LSP係数量子化値から、フレーム内の声道予測係数の変動状態を分析し、この分析結果から、予め備えられている声道予測係数の量子化・補間のモードのいずれを表すか否かを判定する量子化・補間モード判定処理部の判定処理に従って、量子化・補間モード情報と、いずれのサブフレームの上記LSP係数量子化値を伝送するかを表すLSP係数量子化値情報とを生成出力する符号化モード判定手段とを備えることを特徴とする声道予測係数符号化回路。

【請求項3】 上記符号化モード判定手段の上記フレーム内の声道予測係数の変動状態の分析は、前フレームのいずれか一つのサブフレームのLSP係数量子化値と、現フレームの同じサブフレームのLSP係数量子化値と

から、これらのサブフレーム間の補間値を求め、この補間値と実際に求めた上記各サブフレームのLSP係数量子化値との差分値を求め、この差分値が所定閾値以内であれば、変動量が小さいものとして、上記分析結果を出力することを特徴とする請求項2記載の声道予測係数符号化回路。

【請求項4】 上記量子化・補間モード判定処理部は、声道予測係数の変動量が大きいときは、各サブフレームに対するLSP係数量子化値を優勢的に使用選択するための上記量子化・補間モード情報を出力し、声道予測係数の変動量が小さいときは、各サブフレームに対する補間値を優勢的に使用選択するための上記量子化・補間モード情報を出力することを特徴とする請求項2又は3記載の声道予測係数符号化回路。

【請求項5】 請求項2～4のいずれかに記載の声道予測係数符号化回路からの量子化・補間モード情報と、LSP係数量子化値情報とから声道予測係数を再生する声道予測係数復号化回路であって、予め上記量子化・補間モード判定処理部を備えていて、上記量子化・補間モード情報とLSP係数量子化値情報とからフレーム内の全サブフレームのLSP係数を再生するLSP係数再生手段と、上記全サブフレームの上記LSP係数から対応する全サブフレームの声道予測係数を再生する声道予測係数再生手段とを備えたことを特徴とする声道予測係数復号化回路。

【請求項6】 請求項2～4のいずれかに記載の声道予測係数符号化回路を備える音声符号化装置であって、上記声道予測係数生成手段は、入力音声信号又は局部再生の合成音声信号からサブフレーム単位で声道予測係数を求め、駆動音源符号帳にインデックス対応で格納されている符号コードと、上記声道予測係数とを用いて、合成音声信号を得る音声合成手段と、この合成音声信号と上記入力音声信号との比較を行って差分信号を出力する比較手段と、この差分信号に対して聴覚重み付けを行って聴覚重み付け信号を得る聴覚重み付け手段と、上記聴覚重み付け信号から上記駆動音源符号帳用の最適インデックス情報を選定して、上記駆動音源符号帳に与える符号帳インデックス選定手段とを備えて、上記量子化・補間モード情報と、いずれのサブフレームのLSP係数量子化値を伝送するかを表す上記LSP係数量子化値情報と、上記最適インデックス情報とを出力することを特徴とする音声符号化装置。

【請求項7】 請求項6記載の音声符号化装置からの情報を受信し、請求項5記載の声道予測係数復号化回路を備えて音声信号を再生出力する音声復号化装置であって、上記最適インデックス情報から最適駆動音源信号を出力

する駆動音源符号帳と、

上記最適駆動音源信号と上記声道予測係数再生手段で再生した声道予測係数とから音声合成を行い、音声信号を再生出力する合成フィルタとを備えたことを特徴とする音声復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、声道予測係数符号化・復号化回路、声道予測係数符号化回路、声道予測係数復号化回路、音声符号化装置及び音声復号化装置に関し、特に声道予測係数の変動に対処するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、4 kbit/s以下の低ビットレート音声符号化方式は、次世代のデジタル自動車電話などの分野において需要が急増している。

【0003】現在、音声に対する符号・復号方式にはコード励振線形予測(CELP: Code Excited Linear Prediction)符号化方式、マルチパルス励振(MPE: Multi Pulse Excitation)線形予測符号化方式等、音源情報と声道情報を分離して各々符号化する方式が広く用いられている。

【0004】例えば、CELPにおいて、ビットレートを低減するためには音源だけでなく、LSP(Line Spectrum Pair)パラメータの効率的な量子化法が必要である。CELP方式では一定間隔のフレームを更に分割したサブフレーム毎に処理が行われるため、LSPの量子化において音質を劣化させずにビットレートを下げるためには、フレーム内で定めたLSPをサブフレーム毎に補間する方法が重要となる。

【0005】声道情報の符号化は、例えば下記の文献で開示されている。

文献名: 野村、小澤、「LSPパラメータの効率的な量子化・補間法の検討」1993年電子情報通信学会秋季大会、A-142、ページ1-144。

【0006】上記文献では、フレーム全体の量子化性能を向上させることを目的として、量子化法と補間法との組み合わせを検討している。上記文献では、フレーム毎に声道予測係数(LSPパラメータ)を量子化し、サブフレーム処理では補間値を用いている。即ち、上記文献においては、現フレームの量子化値の候補を予備選択し、それぞれの候補と前フレームの量子化値とを用いてサブフレーム毎に補間している。

【0007】量子化法においては、フレーム全体の量子化性能を上げるため補間に多くのビットを割り振るには、より少ないビット数で歪みの小さい量子化器が必要となるので、ベクトルスカラ量子化と、多段一分割ベクトル量子化をもとに検討されている。

【0008】また、高品質な再生音を得るには、サブフレーム毎にLSPパラメータを量子化することが良いと

考えられるが、ビットレートが高くなるので、フレーム毎に量子化を行い、その量子化値と前フレームの量子化値を用いてサブフレーム毎に補間値を求める。補間法として、直接補間値を用いる方法や直接補間誤差をベクトル量子化する方法があるが、補間ベクトル x_i を直線補間値で表すよりも、 $x_i = a x_p + (1-a) x_n$ のように補間係数 a を用いて表すことが効果的であると考えられる。ここで、 x_n は現フレームの量子化値、 x_p は前フレームの量子化値である。

【0009】補間係数 a をスカラ量子化する方法と、補間係数をスカラ量子化した上でその誤差ベクトル e をベクトル量子化する方法とが検討されている。そして、補間ベクトル x_i は、 $x_i = a x_p + (1-a) x_n + e$ と表される。補間係数と誤差ベクトルを組み合わせることによって、誤差ベクトルの量子化性能が直線補間だけのときの誤差ベクトルよりも良くするものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、入力音声によってはフレーム内においても声道情報が大きく変動する場合があります、従来の補間処理では十分に声道情報の変動に追従できず再生音声品質を劣化させてしまうという問題がある。

【0011】このようなことから、声道予測係数が大きく変動しても、平均的な符号化レートを余り増加させることなく高い品質で忠実に再生音声を出力することができ声道予測係数符号化・復号化回路、声道予測係数符号化回路、声道予測係数復号化回路、音声符号化装置及び音声復号化装置の提供が要請されている。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は、入力フレーム音声信号から声道予測係数を求めて、これを符号化する声道予測係数符号化回路と、この声道予測係数符号化回路からの符号化信号から声道予測係数を再生する声道予測係数復号化回路とからなる声道予測係数符号化・復号化回路であって、上記声道予測係数符号化回路は、入力フレーム音声信号からいくつかのサブフレームに対する声道予測係数を求める声道予測係数生成手段と、上記各サブフレーム単位の声道予測係数から各LSP係数を求め、これらのLSP係数をそれぞれ量子化した各LSP係数量子化値を出力するLSP係数量子化手段と、上記各LSP係数量子化値から、フレーム内の声道予測係数の変動状態を分析し、この分析結果から、予め備えられている声道予測係数の量子化・補間のモードのいずれを表すか否かを判定する量子化・補間モード判定処理部の判定処理に従って、量子化・補間モード情報と、いずれのサブフレームのLSP係数量子化値を伝送するかを表すLSP係数量子化値情報とを生成出力する符号化モード判定手段とを備える。

【0013】上記声道予測係数復号化回路は、予め上記

量子化・補間モード判定処理部を備えていて、上記量子化・補間モード情報とLSP係数量子化値情報とからフレーム内の全サブフレームのLSP係数を再生するLSP係数再生手段と、上記全サブフレームのLSP係数から対応する全サブフレームの声道予測係数を再生する声道予測係数再生手段とを備えて、上述の課題を解決するものである。

【0014】このような構成をとることで、フレーム内声道予測係数の変動状態に応じて量子化・補間モード判定処理部の判定処理に従って、いずれかのサブフレームのLSP係数量子化値情報と量子化・補間モード情報とを適応的に選択出力し、声道予測係数復号化回路では、量子化・補間モード判定処理部を使用してLSP係数量子化値情報と量子化・補間モード情報とからフレーム内の全サブフレームのLSP係数を再生し、これらのサブフレームのLSP係数から対応する全サブフレームの声道予測係数を再生するので、声道予測係数の変動が大きい場合であっても、補間とサブフレームのLSP係数量子化値とを使用して、忠実に声道予測係数を再生することができる。

【0015】また、サブフレームに対してLSP係数量子化値を適用する場合は、LSP係数量子化値情報の伝送情報が必要になるが、サブフレームに対する補間値を適用する場合は、量子化・補間モード情報を送るだけで伝送情報が大幅に軽減される。従って、フレームごとの伝送レートが可変となる。

【0016】このようなことから、声道予測係数が大きく変動しても、平均的な符号化レートを余り増加させることなく高い品質で忠実に再生音声を出力することができるのである。

【0017】

【発明の実施の形態】次に本発明の好適な実施の形態を図面を用いて説明する。そこで、本実施の形態においては、フレーム内声道情報の変動具合に応じて、サブフレーム処理で用いる声道予測係数値として量子化値にするか、補間値にするかを適応的に選択するものである。量子化値を用いる場合には符号化ビットを必要とし、補間値を用いる場合は、符号化ビットを必要としないためフレーム毎の符号化ビット数は可変となる。

【0018】具体的には、本実施の形態の声道予測係数符号化回路は、入力音声信号よりフレーム単位に声道予測係数を計算し、前記声道予測係数を量子化して量子化符号を復号器に伝送する声道予測係数符号化回路において、入力音声信号よりフレームを更に分割したサブフレーム単位に声道予測係数を計算し、サブフレーム毎に得られた前記声道予測係数を各々量子化して量子化値及び量子化符号を計算し、各サブフレームに対する補間値を計算し、前記量子化値と前記補間値の差分値を計算し、前記差分値により各サブフレームで前記量子化値を用いるか前記補間値を用いるかを選択し、前記量子化を用い

ると判断したサブフレームの前記量子化符号と前記選択結果情報を伝送するように構成するものである。

【0019】また、声道予測係数符号化回路からの情報により声道予測係数を復号する声道予測係数復号器において、声道予測係数符号器からの伝送情報を元に、サブフレーム単位に声道予測係数を復号するように構成するものである。

【0020】図1は声道予測係数符号化回路の機能構成図である。この図1において、声道予測係数符号化回路は、声道分析部201と、声道予測係数変換・量子化部202と、符号化モード判定部210とから構成されている。

【0021】声道分析部201は、フレーム単位にまとめられて入力される入力音声信号Sに対して、サブフレーム単位で声道予測係数(LPC係数)aを求めて声道予測係数変換・量子化部202に与える。ここで、本実施の形態においては、サブフレームを4とするため、声道予測係数(LPC係数)a1～a4を声道予測係数変換・量子化部202に与えるものである。

【0022】声道予測係数変換・量子化部202は、声道予測係数(LPC係数)a1～a4をLSP(Line Spectrum Pair)係数に変換したのち量子化し、LSP係数量子化値LspQ1、LspQ2、LspQ3、LspQ4を出力して符号化モード判定部210に与える。また、各量子化値のインデックス(符号)I1、I2、I3、I4、を同時に出力して符号化モード判定部210に与える。

【0023】符号化モード判定部210は、LSP係数量子化値LspQ1～LspQ4と、前フレームの第4サブフレームのLSP係数量子化値LspQ4pと、各量子化値のインデックス(符号)I1～I4とから、図2の三つのモードを仮定し、現フレームをどのモードで符号化するかを判定して、モード符号情報(量子化・補間モード情報)と量子化符号情報L(LSP係数量子化値情報)とを出力する。

【0024】この図2において、モード1では、第1サブフレームは補間値を使用し、第2サブフレームは補間値を使用し、第3サブフレームは補間値を使用し、第4サブフレームは量子化値を使用するものである。

【0025】更に、モード2では、第1サブフレームは補間値を使用し、第2サブフレームは量子化値を使用し、第3サブフレームは補間値を使用し、第4サブフレームは量子化値を使用するものである。

【0026】更にまた、モード3では、第1サブフレームは量子化値を使用し、第2サブフレームは量子化値を使用し、第3サブフレームは量子化値を使用し、第4サブフレームは量子化値を使用するものである。このモードの場合は、補間を行わず、全て量子化値を出力するものである。

【0027】ここでのモード判定法は以下の通りであ

る。先ず、前フレームで得られた第4サブフレームのLSP係数量子化値(LspQ4p)とLspQ4とを用いて、現フレームの第1サブフレーム～第3サブフレームに対するLSP係数補間値LspD1、LspD2、LspD3を計算する。LspD1～LspD3は、例えば、以下の様にして得る。

$$\begin{aligned} \text{【0028】} \text{即ち、} & \text{LspD1} = \text{LspQ4p} * 3 / 4 + \text{LspQ4} * 1 / 4 \\ & \text{LspD2} = \text{LspQ4p} * 2 / 4 + \text{LspQ4} * 2 / 4 \\ & \text{LspD3} = \text{LspQ4p} * 1 / 4 + \text{LspQ4} * 3 / 4 \end{aligned}$$

更に、以下のようにしてフレームエラーE1を計算する。即ち、

$$\begin{aligned} E1 = & \sum (\text{LspQ1i} - \text{LspD1i})^2 + \sum (\text{LspQ2i} - \text{LspD2i})^2 + \sum (\text{LspQ3i} - \text{LspD3i})^2 \\ & i = 1 \sim n, n \text{ は例えば、} 8 \text{ 又は } 10 \text{ 程度である。} \end{aligned}$$

【0029】このフレームエラーE1が予め定められた閾値Et1より小さい場合は、モード1と判定し、モード符号情報M(モードが1であるという情報)と量子化符号情報L(I4のみ)を声道予測係数復号回路に伝送し、符号化モード判定部210は、現フレームの声道予測係数符号化処理を終了する。フレームエラーE1が閾値Et1以上のときは引き続き以下の処理を行う。

【0030】先ず、LspQ4p、LspQ2、LspQ4を用いて現フレームの第1サブフレーム、第3サブフレームに対するLSP係数補間値LspDD1、LspDD3を計算する。LspDD1、LspDD3は、例えば、以下のようにして得られる。

$$\begin{aligned} \text{【0031】} & \text{LspDD1} = \text{LspQ4p} * 1 / 2 + \text{LspQ2} * 1 / 2 \\ & \text{LspDD3} = \text{LspQ2} * 1 / 2 + \text{LspQ4} * 1 / 2 \end{aligned}$$

更に、以下のようにしてフレームエラーE2を計算する。

$$\begin{aligned} \text{【0032】} & E2 = \sum (\text{LspQ1i} - \text{LspDD1i})^2 + \sum (\text{LspQ3i} - \text{LspDD3i})^2 \\ & i = 1 \sim n, n \text{ は例えば、} 8 \text{ 又は } 10 \text{ 程度である。} \end{aligned}$$

【0033】このフレームエラーE2が予め定められた閾値Et2より小さい場合は、モード2と判定し、モード符号情報M(モードが2であるという情報)と量子化符号情報L(I2、I4)を声道予測係数復号回路に伝送し、現フレームの声道予測係数符号化処理を終了する。フレームエラーE2がEt2以上の時は、モード3と判定し、モード符号情報M(モードが3であるという情報)と、量子化符号情報L(I1、I2、I3、I4)とを声道予測係数復号回路に伝送し、現フレームの声道符号化処理を終了するのである。

【0034】(動作)：次に図1の動作を説明する。図1の声道予測係数符号化回路の入力端子200よりフレーム単位にまとめられて入力される入力音声信号Sは、声道分析部201に入力され、サブフレームごとに声道予測係数(LPC係数)が計算される。例えば、4サブフレームで1フレームとなる場合は、声道予測係数としてa1～a4が得られる。

【0035】声道予測係数a1～a4を与えられた声道予測係数変換・量子化部102は、声道予測係数a1～a4をLSP係数に変換したのち量子化し、LSP係数量子化値LspQ1～LspQ4を出力する。また、各量子化値のインデックス(符号)I1～I4を同時に出力する。

【0036】LSP係数量子化値LspQ1～LspQ4と、前フレームの第4サブフレームのLSP係数量子化値(LspQ4p)と、インデックスI1～I4とを使用して、符号化モード判定部210では上述の三つのモードで、現フレームをどのモードで符号化するかが判定され、モード符号情報Mと量子化符号情報Lとが出力されるのである。

【0037】(声道予測係数復号化回路)：図3は声道予測係数復号化回路の機能構成図である。この図3において、声道予測係数復号化回路は、モード判定逆量子化部216と、声道予測係数逆変換部217とから構成されている。

【0038】モード判定逆量子化部216は、声道予測係数符号化回路からのモード符号情報Mと量子化符号情報Lとから、以下のようにして各サブフレームで用いるLSP係数LspU1、LspU2、LspU3、LspU4を求める。

【0039】即ち、先ず、量子化符号情報LよりインデックスI4を分離し、これより第4サブフレームに対する逆量子化値LspQ4を求める。

【0040】モード符号情報からモードが『1』であった場合は、前フレームで得られた第4サブフレームのLSP係数量子化値(LspQ4p)とLspQ4を用いて、例えば、

$$\begin{aligned} \text{LspU1} &= \text{LspQ4p} * 3 / 4 + \text{LspQ4} * 1 / 4 \\ \text{LspU2} &= \text{LspQ4p} * 2 / 4 + \text{LspQ4} * 2 / 4 \\ \text{LspU3} &= \text{LspQ4p} * 1 / 4 + \text{LspQ4} * 3 / 4 \\ \text{LspU4} &= \text{LspQ4} \end{aligned}$$

の様にLspU1～LspU4を求めて出力する。

【0041】モード符号情報Mよりモード符号が『2』であった場合は、量子化符号情報Lより更にI2を分離し、これより第2サブフレームに対する逆量子化値LspQ2を求める。そして、LspQ4p、LspQ2、LspQ4を用いて、例えば、

$$LspU1 = LspQ4p * 1 / 2 + LspQ2 * 1 / 2$$

$$LspU2 = LspQ2$$

$$LspU3 = LspQ2 * 1 / 2 + LspQ4 * 1 / 2$$

$$LspU4 = LspQ4$$

の様に $LspU1 \sim LspU4$ を求めて出力する。

【0042】モード符号情報Mよりモードが『3』であった場合は、量子化符号情報Lから更にI1、I3を分離し、これより第1、第3サブフレームに対する逆量子化値 $LspQ1$ 、 $LspQ2$ 、 $LspQ3$ を計算する。そして、 $LspQ1$ 、 $LspQ2$ 、 $LspQ3$ 、 $LspQ4$ を用いて、例えば

$$LspU1 = LspQ1$$

$$LspU2 = LspQ2$$

$$LspU3 = LspQ3$$

$$LspU4 = LspQ4$$

のように $LspU1 \sim LspU4$ を計算して、声道予測係数逆変換部217へ出力するものである。

【0043】声道予測係数逆変換部217は、上記LSP係数 $LspU1 \sim LspU4$ を声道予測係数 $aq1 \sim aq4$ に変換して出力するものである。

【0044】(声道予測係数復号化回路の動作)：

図3の声道予測係数復号化回路の動作を説明する。この図3において、声道予測係数符号化回路からのモード符号情報M、量子化符号情報Lはモード判定逆量子化部201に与えられると、各サブフレームのLSP係数 $LspU1$ 、 $LspU2$ 、 $LspU3$ 、 $LspU4$ が上述の方法で計算される。これらのLSP係数 $LspU1 \sim LspU4$ から、声道予測係数逆変換部217では、声道予測係数 $aq1 \sim aq4$ に変換され出力されるのである。

【0045】(音声符号化装置)： 図4は上述の声道予測係数符号化回路を音声符号化装置に適用した場合の機能構成図である。この図4において、音声符号化装置は、声道分析部201と、声道予測係数変換・量子化・逆量子化部202Aと、駆動音源符号帳203と、乗算器204と、ゲインテーブル205と、合成フィルタ206と、減算器207と、聴覚重み付けフィルタ208と、2乗誤差計算回路209と、符号化モード判定部210と、多重化回路212とから構成されている。図1と同じ機能部分は、同じ符号を付している。

【0046】声道予測係数変換・量子化・逆量子化部202Aは、上述の声道予測係数変換・量子化部202に逆量子化機能を追加したもので、声道分析部201からの声道予測係数(LPC係数) $a1 \sim a4$ をLSP係数に変換したのち量子化し、LSP係数量子化値 $LspQ1$ 、 $LspQ2$ 、 $LspQ3$ 、 $LspQ4$ を出力して符号化モード判定部210に与える。また、各量子化値のインデックス(符号)I1、I2、I3、I4も同時に出力して符号化モード判定部210に与える。また、量

子化値に対する逆量子化値 aq をLSP係数量子化値 $LspQ1 \sim LspQ4$ と、モード情報Mとから求めて合成フィルタ206に与えるものである。

【0047】駆動音源符号帳203は、2乗誤差計算回路209から与えられるインデックス値I、Jによって、対応する駆動音源信号 Ci ($i=1 \sim N$)を読み出して乗算器204に与えるものである。

【0048】乗算器204は、ゲインテーブル205から与えられるゲイン情報 gj ($j=1 \sim M$)と、駆動音源符号帳203からの駆動音源信号 Ci ($i=1 \sim N$)とを乗算して、乗算結果信号 $Cgij$ を合成フィルタ206に与えるものである。

【0049】ゲインテーブル205は、2乗誤差計算回路209から与えられるインデックス値jによって、対応するゲイン情報 gj ($j=1 \sim M$)を読み出して乗算器204に与える。

【0050】合成フィルタ206は、例えば、巡回型のデジタルフィルタで構成され、声道予測係数量子化・逆量子化部202Aからの逆量子化値(LPC係数を意味している。) aq と、乗算結果信号 $Cgij$ とから合成音声信号 Si を求めて減算器207に与えるものである。

【0051】減算器207は、入力原音声信号 So と、合成音声 Si との差分を求め、この差分信号 eij を聴覚重み付けフィルタ208に与えるものである。

【0052】聴覚重み付けフィルタ208は、減算器207からの差分信号 eij に対して、周波数的な重みをかける、言い換えれば、聴覚特性に応じた重み付け処理を施してその聴覚重み付け信号 wij を2乗誤差計算回路209に与えるものである。音声ホルマントや、ピッチハーモニクスのパワーの大きい周波数領域の量子化雑音は、聴覚マスキング効果によって小さく感じる。逆に、パワーの小さい周波数領域の量子化雑音は、マスクされずに聞こえてしまう。そこで、符号化時の量子化雑音をパワーの大きい周波数領域で大きくし、パワーの小さい周波数領域で小さくするための周波数重み付けを聴覚重み付けという。

【0053】人間の聴覚は、ある周波数成分が大きいとその近くの周波数の音が聞こえにくくなる、マスキングと呼ばれる特性を持っている。故に、原音声と再生音声との聴覚上の差、即ち、再生音声の歪み感はそのユークリッド距離とは必ずしも対応しない。故に、音声符号化では、距離尺度として原音声と再生音声との差をマスキング特性に対応した聴覚重み付けフィルタ208に通した値を用いる。この聴覚重み付けフィルタ208は、周波数軸上において大きな部分の歪みを軽くし、小さな部分の歪みを重くし、重み付けする特性を持つものである。

【0054】2乗誤差計算回路209は、聴覚重み付けフィルタ208からの聴覚重み付け信号 wij に基づ

き、この信号の各成分の2乗和信号 E_{ij} を求めて、この2乗和信号 E_{ij} の値が、最小となる i 、 j の組み合わせを探索して、最小組み合わせ i 、 j を最適インデックス i 、 j とし、この最適インデックス i を駆動音源符号帳203に与え、他方の最適インデックス j をゲインテーブル205に与え、両方の最適インデックス i 、 j を多重化回路212に与えるものである。

【0055】多重化回路212は、符号化モード判定部210からのモード符号情報 M と、量子化符号情報 L と、最適インデックス i 、 j とを多重化して、この多重化によって得られた信号をトータルコード信号 W としてトータルコード出力端子213に出力するものである。

【0056】(音声符号化装置の動作)： 図4の音声符号化装置の動作を説明する。この図4において、入力端子200よりフレーム単位にまとめられて入力される入力音声信号 S は、声道分析部201に入力され、サブフレームごとに声道予測係数(LPC係数) $a_1 \sim a_4$ が得られる。声道予測係数 $a_1 \sim a_4$ を与えられた声道予測係数変換・量子化・逆量子化部202Aでは、声道予測係数 $a_1 \sim a_4$ をLSP係数に変換したのち量子化され、LSP係数量子化値 $LspQ_1 \sim LspQ_4$ が出力される。

【0057】また、各量子化値のインデックス(符号) $I_1 \sim I_4$ も同時に出力される。LSP係数量子化値 $LspQ_1 \sim LspQ_4$ と、前フレームの第4サブフレームのLSP係数量子化値($LspQ_4p$)と、インデックス $I_1 \sim I_4$ とを使用して、符号化モード判定部210では上述の三つのモードで、現フレームをどのモードで符号化するかが判定され、モード符号情報 M と量子化符号情報 L とが多重化回路212へ出力され、更に、モード符号情報 M は、声道予測係数変換・量子化・逆量子化部202Aにも与えられるのである。

【0058】一方、駆動音源符号帳203は、初期的には所定のいずれかの駆動音源信号 C_i ($i=1 \sim N$ のいずれか)を読み出し、また、ゲインテーブル205も同様に初期的には所定のいずれかのゲイン情報 g_j ($j=1 \sim M$ のいずれか)を読み出して乗算器204に与えるので、乗算器204によってこれらの乗算が行われて、乗算結果信号 Cg_{ij} が合成フィルタ206に与えられる。

【0059】乗算結果信号 Cg_{ij} と、逆量子化値 a_q とによって合成フィルタ206によってデジタルフィルタリング処理されて、合成音声信号 S_{ij} が求められ、減算器207に与えられる。合成音声信号 S_{ij} と入力原音声信号 S_o との差分が減算器207で求められ、差分信号 e_{ij} は聴覚重み付けフィルタ208に与えられる。

【0060】差分信号 e_{ij} は聴覚重み付けフィルタ208で、聴覚特性に応じた重み付け処理が施こされて、聴覚重み付け信号 w_{ij} が2乗誤差計算回路209に与

えられる。聴覚重み付け信号 w_{ij} は、2乗誤差計算回路209で、信号の各成分に対する2乗和信号 E_{ij} が求められて、この2乗和信号 E_{ij} の値が、最小となる i 、 j の組み合わせが探索されて、最小組み合わせ i 、 j が最適インデックス i 、 j とし、この最適インデックス i が駆動音源符号帳203に与えられ、他方の最適インデックス j がゲインテーブル205に与えられ、両方の最適インデックス i 、 j が多重化回路212に与えられるものである。モード符号情報 M と量子化符号情報 L と、最適インデックス i 、 j とが多重化されてトータルコード信号 W が形成されてトータルコード出力端子213に出力されるのである。

【0061】このような構成で、図1の声道予測係数符号回路を音声符号化装置に適用して、音声信号を効率的に符号化することができるのである。

【0062】(音声復号化装置)： 図5は上述の声道予測係数復号化回路を音声復号化装置に適用した場合の機能構成図である。この図5において、音声復号化装置は、多重分離回路214と、駆動音源符号帳203と、乗算器204と、ゲインテーブル205と、合成フィルタ215と、モード判定逆量子化部216と、声道予測係数逆変換部217とから構成されている。図3、図4と同じ機能構成部分には、同じ符号を付している。

【0063】(動作)： トータルコード信号 W が多重分離回路214に与えられると、多重分離してモード符号情報 M と量子化符号情報 L とがモード判定逆量子化部216に与えられる。これによってモード判定逆量子化部216では、各サブフレームフレームのLSP係数 $LspU_1$ 、 $LspU_2$ 、 $LspU_3$ 、 $LspU_4$ が上述の方法で計算され、声道予測係数逆変換部217に与えられる。LSP係数 $LspU_1 \sim LspU_4$ は、声道予測係数逆変換部217で声道予測係数 $a_{q1} \sim a_{q4}$ に変換され、合成フィルタ215に与えられる。

【0064】また、多重分離された最適インデックス j は、ゲインテーブル205に与えられ、これによってゲイン情報が出力されて乗算器204に与えられる。更に、多重分離された最適インデックス i は駆動音源符号帳203に与えられて、対応する駆動音源信号が出力され、乗算器204に与えられる。この駆動音源信号とゲイン情報とは乗算されて、合成フィルタ215に与えられる。

【0065】合成フィルタ215では、声道予測係数 $a_{q1} \sim a_{q4}$ と乗算器204からの乗算結果とから音声合成を行って、再生音声信号を出力するのである。

【0066】このような構成を採ることで、図3の声道予測係数復号化回路を音声復号化装置に適用して、効率的に音声信号に復号することができる。

【0067】(本発明の実施の形態の効果)： 以上の本発明の実施の形態の声道予測係数符号化回路、声道予測係数復号化回路、音声符号化装置及び音声復号化装置

によれば、フレーム内声道情報の変動が大きい場合には量子化値を用い、変動が小さい場合には補間値を用いることにより、平均符号化レートをそれほど増加させることなく声道情報の変化に追従でき、音声符号化・復号化装置に適用した場合に高品質で忠実に再生音声信号を得ることができる。

【0068】（他の実施の形態）：（1）尚、以上の実施の形態においては、符号化モードを図2に示すように3のモードを設定したが、1フレームを4サブフレームから構成するものとする、モードは最大4！（＝24）通り作成できるが、伝送符号化量も多くなるので、最適なモード種類を設定することが好ましい。

【0069】（2）また、図4においては、フォワード型の音声符号化装置の構成を示したが、本発明はA b S法を適用するバックワード型の音声符号化装置の構成にも容易に適用することができる。即ち、図4において、バックワード型の構成で適用する場合は、声道分析部201に原音声信号を与えず、代わりに合成フィルタ206で生成した合成音声ベクトル信号 S_{ij} を声道分析部201に与えることで実現することができる。VSEL P、LD-CELP、CS-CELP、PSI-CELPなどにも適用することができる。

【0070】（3）更に、駆動音源符号帳203は、具体的には、例えば、適応符号コードや、統計符号コードや、雑音性符号コードなどから構成することが好ましい。

【0071】（4）更にまた、受信側の復号化装置の構成としては、図5の構成の他、例えば、特開平5-73099号公報、特開平6-130995号公報、特開平6-130998号公報、特開平7-134600号公報、特開平6-130996号公報などに開示されている復号化装置の構成を若干修正することで適用することができる。

【0072】

【発明の効果】以上述べた様に本発明は、声道予測係数符号化回路が、入力フレーム音声信号からいくつかのサブフレームに対する声道予測係数を求める声道予測係数生成手段と、上記各サブフレーム単位の声道予測係数から各L S P係数を求め、これらのL S P係数をそれぞれ量

子化した各L S P係数量子化値を出力するL S P係数量子化手段と、上記各L S P係数量子化値から、フレーム内の声道予測係数の変動状態を分析し、この分析結果から、予め備えられている声道予測係数の量子化・補間のモードのいずれを表すか否か判定する量子化・補間モード判定処理部の判定処理に従って、量子化・補間モード情報と、いずれのサブフレームのL S P係数量子化値を伝送するかを表すL S P係数量子化値情報とを生成出力する符号化モード判定手段とを備える。そして、上記声道予測係数復号化回路は、予め上記量子化・補間モード判定処理部を備えていて、上記量子化・補間モード情報とL S P係数量子化値情報とからフレーム内の全サブフレームのL S P係数を再生するL S P係数再生手段と、上記全サブフレームのL S P係数から対応する全サブフレームの声道予測係数を再生する声道予測係数再生手段とを備えるものである。

【0073】このような構成を採ることで、声道予測係数が大きく変動しても、平均的な符号化レートを余り増加させることなく高い品質で忠実に再生音声を出力することができる声道予測係数符号化・復号化回路、声道予測係数符号化回路、声道予測係数復号化回路、音声符号化装置及び音声復号化装置を実現することができるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の声道予測係数符号化回路の機能構成図である。

【図2】本発明の実施の形態の符号化モードの説明図である。

【図3】本発明の実施の形態の声道予測係数復号化回路の機能構成図である。

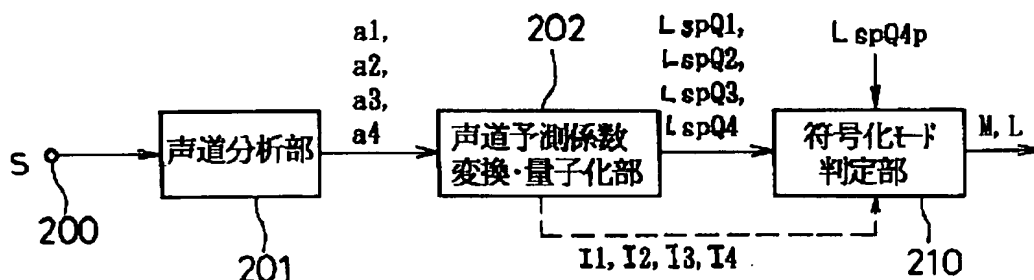
【図4】本発明の実施の形態の音声符号化装置の機能構成図である。

【図5】本発明の実施の形態の音声復号化装置の機能構成図である。

【符号の説明】

200…原音声入力端子、201…声道分析部、202…声道予測係数変換・量子化部、210…符号化モード判定部、216…モード判定逆量子化部、217…声道予測係数逆変換部。

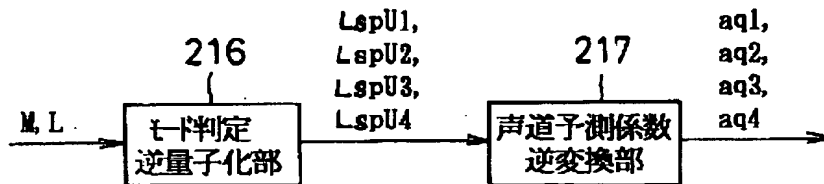
【図1】



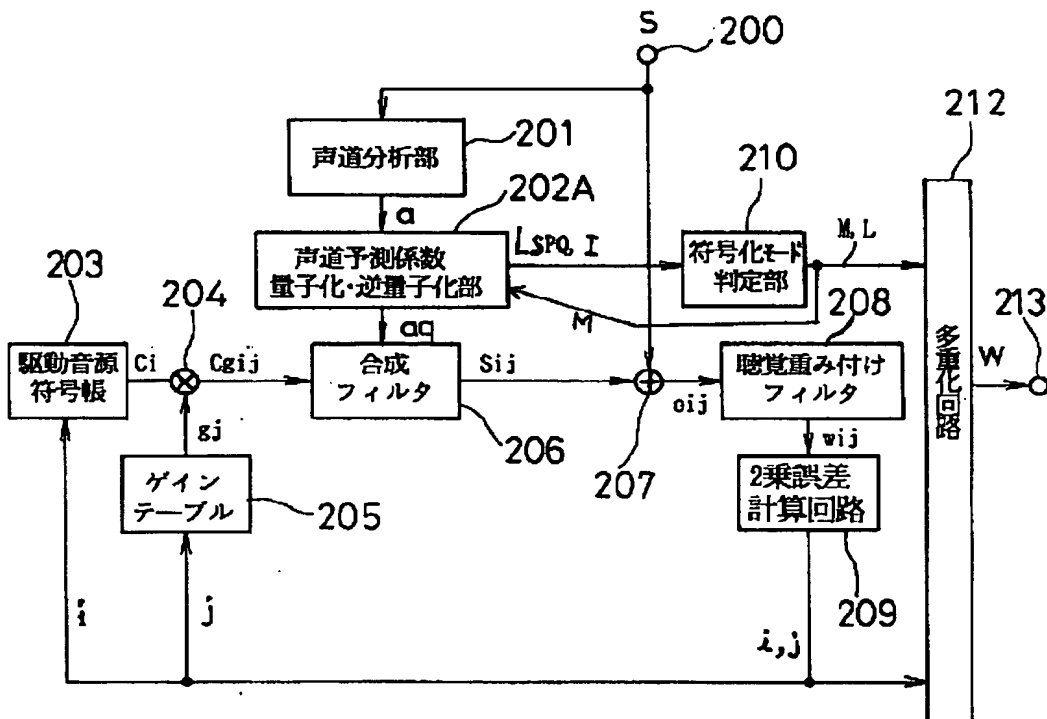
【図2】

| モード | 第1サブフレーム | 第2サブフレーム | 第3サブフレーム | 第4サブフレーム |
|-----|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 補間値を使用 | 補間値を使用 | 補間値を使用 | 量子化値を使用 |
| 2 | 補間値を使用 | 量子化値を使用 | 補間値を使用 | 量子化値を使用 |
| 3 | 量子化値を使用 | 量子化値を使用 | 量子化値を使用 | 量子化値を使用 |

【図3】



【図4】



【図5】

